

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



553015

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
21. Oktober 2004 (21.10.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/089745 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: B64C 27/33

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/003640

(22) Internationales Anmeldedatum:
6. April 2004 (06.04.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
103 16 092.2 8. April 2003 (08.04.2003) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): EUROCOPTER DEUTSCHLAND GMBH
[DE/DE]; Industriestrasse 4, 86609 Donauwörth (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BECKER, Gerold

[DE/DE]; Aufkirchner Strasse 10A, 82216 Maisach (DE).
PFALLER, Rupert [DE/DE]; Waldparkstrasse 39c,
85521 Riemerling (DE).

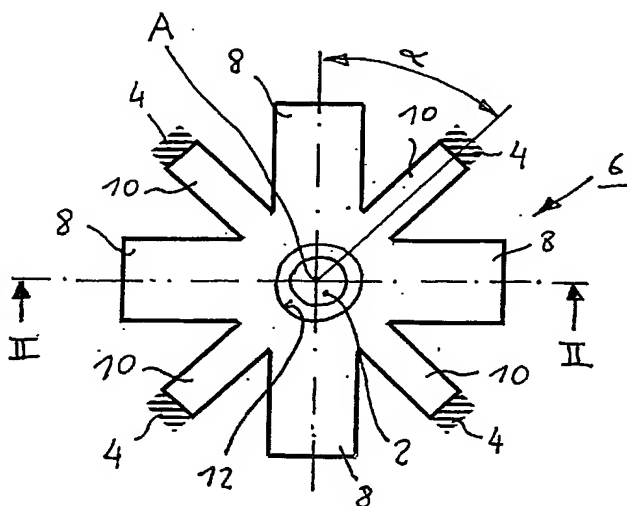
(74) Anwalt: DUSCHEK, Horst; EADS Deutschland GmbH,
Patentabteilung, 81663 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM,
ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: HINGED ROTOR PROVIDED WITH PLATE-SHAPED ROTOR HEAD ELEMENT AND A ROTORCRAFT PROVIDED WITH SAID ROTOR

(54) Bezeichnung: GELENKLOSER ROTOR MIT PLATTENFÖRMIGEM ROTORKOPFELEMENT SOWIE DREHFLÜGEL-
FLUGZEUG MIT EINEM SOLCHEN ROTOR



(57) Abstract: The invention relates to a rotor comprising a rotor shaft (2), a rotation torque transmission element (4) which is mounted thereon and at least one element (6) of the plate-shaped rotor head whose axis of rotation (A) extends therethrough. Said rotor is provided with two groups of different arms (8, 10, 14). The first group consists of the flexible rotor blade connection arms (8) which remove centrifugal forces and to which a respective blade can be fixed. The second group consists of flexible connection rotor arms (10; 14) which are devoid of centrifugal force to which the elements (6) of the plate-shape rotor head can be rotationally fixed by means of the rotation torque transmission element (4).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/089745 A1



(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- mit geänderten Ansprüchen und Erklärung

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) **Zusammenfassung:** Rotor, umfassend einen Rotormast (2), ein drehfest an dem Rotormast (2) angeordnetes Drehmomentenübertragungselement (4), sowie mindestens ein plattenförmiges Rotorkopfelement (6), durch welches die Rotordrehachse (A) verläuft und welches zwei unterschiedliche Gruppen von Armen (8, 10, 14) besitzt, von denen die erste Gruppe biegeeweiche, fliehkraftabtragende Rotorblattanschlussarme (8) aufweist, an denen jeweils ein Rotorblatt anschliessbar ist, und von denen die zweite Gruppe biegeeweiche, fliehkraftfreie Rotormastanschlussarme (10; 14) aufweist, an denen das plattenförmige Rotorkopfelement (6) über das Drehmomentenübertragungselement (4) drehfest mit dem Rotormast (2) verbunden ist.

Gelenkloser Rotor mit plattenförmigem Rotorkopfelement sowie Drehflügelflugzeug mit einem solchen Rotor

Die vorliegende Erfindung betrifft einen gelenklosen Rotor mit einem
5 plattenförmigen Rotorkopfelement sowie ein Drehflügelflugzeug mit einem solchen Rotor.

Der Erfindung liegt die Aufgabe beziehungsweise das technische Problem
zugrunde, einen gelenklosen Rotor zu schaffen, der über eine hohe Festigkeit, ein
10 geringes Gewicht, einen geringen Schlaggelenksabstand sowie in mindestens
einer Ausführungsform über eine hohe Schwenksteifigkeit verfügt. Ferner soll ein
Drehflügelflugzeug mit einem solchen Rotor bereit gestellt werden.

Diese Aufgabe wird gemäß einem ersten Aspekt gelöst durch einen
15 erfindungsgemäßen Rotor mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

Dieser gelenklose Rotor umfasst einen Rotormast, ein drehfest an dem Rotormast
angeordnetes Drehmomentenübertragungselement, sowie mindestens ein
plattenförmiges Rotorkopfelement, durch welches die Rotordrehachse verläuft
20 und welches zwei unterschiedliche Gruppen von Armen besitzt, von denen die
erste Gruppe biegeeweiche, fliehkraftabtragende Rotorblattanschlussarme
aufweist, an denen jeweils ein Rotorblatt anschließbar ist, und von denen die
zweite Gruppe biegeeweiche, fliehkraftfreie Rotormastanschlussarme aufweist, an
denen das plattenförmige Rotorkopfelement über das
25 Drehmomentenübertragungselement drehfest mit dem Rotormast verbunden ist.

Die biegeweichen, fliehkraftabtragenden Rotorblattanschlussarme sind
vorzugsweise in Schlagrichtung der Rotorblätter biegeweich, d.h. hier schlagweich
ausgeführt. In Schwenkrichtung hingegen sind sie vorzugsweise biegesteif, d.h.
30 hier schwenksteif ausgestaltet. Die Biegeeigenschaften der
Rotorblattanschlussarme in Schlag- und Schwenkrichtung können jedoch

grundsätzlich jeweils entsprechend den gegebenen Erfordernissen ausgelegt werden.

- „Biegeweiche, fliehkraftfreie“ Rotormastanschlussarme bedeutet im Sinne der
- 5 Erfindung, dass diese Arme konstruktiv biegeweich ausgestaltet und derart am Rotorkopf angeordnet und von dem Fliehkraft-Lastpfad der Rotorblätter getrennt sind, dass sie nicht durch die im Rotorbetrieb infolge der drehenden Rotorblätter auftretenden sehr hohen Fliehkräfte belastet werden. Deshalb besitzen sie im Vergleich zu konventionellen biegeweichen Rotorelementen selbst im laufenden
- 10 Rotorbetrieb eine besonders hohe Biegeweichheit. Bei dem erfindungsgemäßen Rotor sind also diejenigen Bereiche, welche die Rotorblatt-Fliehkräfte abtragen und diejenigen Teile, welche ein Antriebsdrehmoment vom Rotormast auf den Rotorkopf übertragen, funktional voneinander getrennt in einem gemeinsamen Bauteil ausgebildet.
- 15
- Aufgrund dieser erfindungsgemäßen Konstruktionsweise kann insbesondere das plattenförmige Rotorkopfelement mit seinen Rotorblatt- und Rotormastanschlussarmen sehr kompakt und leicht dimensioniert werden; dennoch ist eine sehr hohe Festigkeit dieser Elemente erzielbar. Da, wie bereits
- 20 erwähnt, die Rotormastanschlussarme nahezu keine Fliehkräfte abtragen bzw. aufnehmen und die Rotorblattanschlussarme wiederum keine Komponenten für die Drehmomenteneinleitung in das plattenförmige Rotorkopfelement besitzen müssen, können sich die Rotormast- und Rotorblattanschlussarme und angrenzende Bereiche des plattenförmigen Rotorkopfelementes faktisch über die
- 25 gesamte radiale Breite des plattenförmigen Rotorkopfelementes, d.h. sogar über die Rotorachse hinweg, zwischen den Rotormastanschlüssen in Schlagrichtung ungehindert elastisch verbiegen. Ferner können sich die Rotormastanschlussarme relativ zu den Rotorblattanschlussarmen elastisch verbiegen. Daraus resultiert ein sehr geringer (virtueller) Schlaggelenkabstand, der bis zu 0% betragen kann.
- 30 Dadurch ist ohne diskrete Bauteile und nur durch die Elastizität bzw. Biegsamkeit des plattenförmigen Rotorkopfelementes z.B. ein sog. Gimbalrotor realisierbar. Ein Rotor mit einem geringen Schlaggelenkabstand wird von Passagieren eines

Drehflügelflugzeugs im allgemeinen auch vom Flugverhalten her als angenehm empfunden. Zudem gestattet die erfindungsgemäße Ausgestaltungsweise eine Reduzierung der am Rotor auftretenden Vibrationen.

- 5 Darüber hinaus ist die zur Ausbildung des virtuellen Schlaggelenks erforderliche Teillänge des zur Verfügung stehenden Rotorkreisradius gegenüber konventionellen gelenk- bzw. lagerlosen Rotoren sehr gering. Die so eingesparten Abschnitte des Rotorkreisradius stehen ergo für aerodynamisch wirksame Profilbereiche eines Rotorblattes zur Verfügung. In Verbindung mit der per se
10 dünnen Bauweise des plattenförmigen Rotorkopfelements wird folglich die Aerodynamik des Rotor verbessert. Der erfindungsgemäße Rotor kann grundsätzlich sowohl mit einer hohen als auch geringen Schwenksteifigkeit ausgestaltet werden. Das plattenförmige Rotorkopfelement ermöglicht bei einem breiten Querschnitt der Rotorblattanschlussarme jedoch insbesondere die
15 einfache Ausführung einer schwenksteifen Anbindung der Rotorblätter an den Rotorkopf.

- Dies ist in Verbindung mit dem erzielbaren geringen Schlaggelenkabstand für spezielle Anwendungsfälle, wie zum Beispiel bei einem Kipprotor für einen
20 Kipprotorhubschrauber oder -flugzeug, von großem Vorteil. Denn auf diese Weise lassen sich die ansonsten beim Schlagen des Rotorblattes entstehenden Schwenkverformungen aus Corioliskräften vermeiden. Auch somit ist eine hohe Festigkeit des Rotors erreichbar. Bei einer schwenksteifen Konstruktion eines Rotors mit großem Schlaggelenkabstand und folglich ungeminderter Corioliskraft
25 hingegen kann es u.U. unmöglich werden, eine hinreichende Stabilität des Rotors zu gewährleisten.

- Weitere bevorzugte und vorteilhafte Ausgestaltungsmerkmale des erfindungsgemäßen Rotors sind Gegenstand der Unteransprüche 2 bis 12.
30

Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird gemäß einem zweiten Aspekt gelöst durch ein erfindungsgemäßes Drehflügelflugzeug, insbesondere ein

Hubschrauber, insbesondere ein Kipprotorhubschrauber, mit den Merkmalen des Anspruchs 13. Mit dem erfindungsgemäßen Drehflügelflugzeug sind im Wesentlichen die gleichen Vorteile zu erzielen, wie sie bereits weiter oben im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Rotor erläutert wurden.

5

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung mit zusätzlichen Ausgestaltungsdetails und weiteren Vorteilen sind nachfolgend unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher beschrieben und erläutert.

10 Es zeigt:

Fig. 1 eine schematische Draufsicht auf einen wesentlichen Bereich eines erfindungsgemäßen Rotors gemäß einer ersten Ausgestaltungsform;

15 Fig. 2 eine schematische Schnittansicht entlang der Linie II-II von Fig. 1, im laufenden Betrieb des Rotors;

Fig. 3 eine schematische Draufsicht auf einen wesentlichen Bereich eines erfindungsgemäßen Rotors gemäß einer zweiten
20 Ausgestaltungsform;

Fig. 4 eine schematische Schnittansicht entlang der Linie IV-IV von Fig. 3;
und

25 Fig. 5 eine schematische Perspektivansicht eines wesentlichen Bereichs eines erfindungsgemäßen Rotors gemäß einer dritten Ausgestaltungsform.

30 In der nachfolgenden Beschreibung und in den Figuren werden zur Vermeidung von Wiederholungen gleiche Bauteile und Komponenten auch mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet, sofern keine weitere Differenzierung erforderlich ist.

Fig. 1 zeigt eine schematische Draufsicht auf einen wesentlichen Bereich eines erfindungsgemäßen gelenk- bzw. lagerlosen, vierblättrigen Rotors gemäß einer ersten Ausgestaltungsform. Der Rotor umfasst einen Rotormast 2, ein drehfest an dem Rotormast angeordnetes Drehmomentenübertragungselement 4, sowie
5 mindestens ein im Wesentlichen aus Faserverbundwerkstoff hergestelltes, dünnes, plattenförmiges Rotorkopfelement 6, durch welches die Rotordrehachse A verläuft. Das plattenförmige Rotorkopfelement 6 wird nachfolgend kurz als Platte 6 bezeichnet werden. Wie in der Fig. 1 erkennbar, besitzt die Platte 6 zwei
10 unterschiedliche Gruppen von sternförmig angeordneten Armen 8, 10. Die erste Gruppe weist vier biege- und torsionsweiche, fliehkraftabtragende Rotorblattanschlussarme 8 auf, an denen jeweils ein Rotorblatt (nicht gezeigt) anschließbar ist. Die Torsionsweichheit gestattet hierbei eine lagerlose Blattwinkelverstellung des angeschlossenen Rotorblattes.
15 Die zweite Gruppe weist vier sehr biegeeweiche, fliehkraftfreie Rotormastanschlussarme 10 auf, an denen die Platte 6 über das Drehmomentenübertragungselement 4 drehfest mit dem Rotormast 2 verbunden ist. Dies kann durch geeignete Befestigungselemente, wie zum Beispiel Bolzen
20 oder dergleichen (nicht gezeigt), erfolgen. Bei diesem Beispiel greifen die Rotormastanschlussarme 10 mit ihren freien Armenden an dem Drehmomentenübertragungselement 4 an. In der Zeichnung ist das Drehmomentenübertragungselement 4 bzw. sind dessen Anschlussbereiche zu den Rotormastanschlussarmen 10 der Einfachheit halber nur schraffiert
25 dargestellt. Die zur Mitte der Platte 6 weisenden Armabschnitte der Rotorblattanschlussarme 8 und der mittlere Plattenbereich bzw. der gedachte Überkreuzungsbereich der einzelnen Arme 8, 10 der Platte 6 ist im Wesentlichen gänzlich frei von Befestigungs- oder Anbindungselementen oder Einspannstellen, welche ein ungehindertes Verformen der Platte 6 im laufenden Rotorbetrieb
30 verhindern würden.

Wie in der Draufsicht gemäß Fig. 1 angedeutet ist, besitzen die Rotorblattanschlussarme 8 bei dieser Variante einen flachen, breiten Querschnitt, so dass ein schlagweicher, schwenksteifer Blattanschluss realisiert ist.

- 5 Die zuvor genannten unterschiedlichen Gruppen von Armen 8, 10 sind integraler Bestandteil der Platte 6. Bezogen auf die Rotorkreisebene sind die Rotorblattanschlussarme 8 gegenüber den Rotormastanschlussarmen 10 um einen Winkel α (hier: 45°) versetzt angeordnet. Die Rotormastanschlussarme 10 und die Rotorblattanschlussarme 8 liegen in der Rotorblattebene. Zur Vermeidung
10 von Spannungsrissen sollten die Übergänge zwischen den Rotorblatt- und Rotormastanschlussarmen 8, 10 weich und gerundet ausgestaltet sein. Ein jeweiliger Rotormastanschlussarm 10 kann z.B. an seinem radialen äußeren freien Ende eine Trennstelle zum lösbaren Befestigen eines Rotorblattes besitzen (nicht gezeigt). Ebenso ist es erfindungsgemäß jedoch auch möglich, einen
15 jeweiligen Rotorblattanschlussarm 8 als integralen Bestandteil eines Rotorblattes auszubilden. Dies dürfte in der Praxis jedoch nur bei Rotoren mit einem relativ kleinen Rotorkreisdurchmesser sinnvoll sein.

- In Abhängigkeit der jeweiligen Rotorkopfkonstruktion sowie insbesondere der
20 Ausgestaltung des Drehmomentenübertragungselementes 4 und dessen Anbindung an den Rotormast 2 kann die Platte 6, wie in Fig. 1 gezeigt, eine zentrale Öffnung 12 aufweisen, durch die sich der Rotormast 2 oder ein Teil davon anbindungsfrei (d.h. ohne direkte Verbindung zu der Platte 6; bzw. mit Spiel zu der Platte 6) erstreckt.

- 25 Fig. 2 zeigt eine schematische Schnittansicht entlang der Linie II-II von Fig. 1, im laufenden Betrieb des Rotors. Der Rotormast ist in der Schnittdarstellung der besseren Übersichtlichkeit halber weggelassen. Aus der Zeichnung ist erkennbar, dass sich die Rotormastanschlussarme 10 sowie angrenzende Plattenbereiche
30 relativ zu den Rotorblattanschlussarmen 8 über wesentliche Bereiche der Platte 6 hinweg sehr leicht biegeelastisch verformen können. Dadurch ergibt sich in

diesem Ausführungsbeispiel ein virtueller Schlaggelenkabstand von 0%, ähnlich wie ein sog. Gimbalrotor.

In der Fig. 3 ist eine schematische Draufsicht auf einen wesentlichen Bereich
5 eines erfindungsgemäßen gelenk- und lagerlosen, vierblättrigen Rotors gemäß einer zweiten Ausgestaltungsform dargestellt. Fig. 4 zeigt eine schematische Schnittansicht entlang der Linie IV-IV von Fig. 3. Bei dieser Variante besitzt die Platte 6 eine kreuzförmige Grundrissgestalt. Und pro Rotorblattanschlussarm 8 sind jeweils zwei Rotormastanschlussarme 14 vorgesehen, die sich bezogen auf
10 die Richtung der Rotorachse A oberhalb und unterhalb eines jeweiligen Rotorblattanschlussarms 8 in gleichen radialen Richtungen wie der jeweils zugehörige Rotorblattanschlussarm 8 jedoch in unterschiedlichen Ebenen zu diesem erstrecken. Die Rotormastanschlussarme 14 verlaufen hierbei schräg nach oben bzw. unten. Grundsätzlich könnten die sich jedoch auch teilweise
15 parallel zu den Rotorblattanschlussarmen 8 oder in anderen geeigneten Orientierungen relativ dazu erstrecken.

Grundsätzlich ist es auch möglich, dass sich die Rotorblattanschlussarme 8 und die Rotormastanschlussarme 14 bezogen auf die Rotorkreisebene in
20 unterschiedlichen radialen Richtungen erstrecken. Die Rotormastanschlussarme 14 wären dann anders als in Fig. 3 gegenüber den Rotorblattanschlussarmen 8 um einen Winkel verdreht (ähnlich wie in Fig. 1). Die Rotorblattanschlussarme 8 und die Rotormastanschlussarme 14 sind beispielsweise als integraler Bestandteil der Platte 6 gefertigt. Sie können indes auch aus mehreren separaten
25 Plattenteilen hergestellt sein, welche zu dem plattenförmigen Rotorkopfelement zusammengefügt sind (z.B. ein Plattenteil für die Rotorblattanschlussarme 8 und zwei Plattenteile für die oben und unten liegenden Rotormastanschlussarme 14). Ein solches Zusammenfügen kann bereits bei der Herstellung der Platte 6 in einem Zwischenproduktstadium erfolgen.

30

Fig. 5 zeigt eine schematische Perspektivansicht eines wesentlichen Bereichs eines erfindungsgemäßen Rotors gemäß einer dritten Ausgestaltungsform. Bei

dieser Variante weisen die Rotorblattanschlussarme 8 jeweils einen (bzw. mindestens einen) geschlitzten, „ausgeklinkten“, und in Richtung der Rotorachse A aus der Plattenebene heraus nach oben bzw. unten abgewinkelten inneren Armbereich 14 auf. Genauer gesagt, sind an zwei Rotorblattanschlussarmen 8 diese Armbereiche 14 nach oben und an zwei Rotorblattanschlussarmen 8 nach unten abgewinkelt (eine Ausklinkung bzw. Abwinkelung nur in einer dieser Richtungen ist natürlich ebenfalls möglich). Diese abgewinkelten bzw. „ausgeklinkten“ Armbereiche 14 bilden in diesem Ausführungsbeispiel jeweils einen Rotormastanschlussarm 14. Hierbei erstrecken sich die Rotorblattanschlussarme 8 und die Rotormastanschlussarme 14 bezogen auf die Rotorkreisebene jeweils in unterschiedlichen Ebenen und in gleichen radialen Richtungen. Gleichzeitig erhalten die Rotorblattanschlussarme 8 durch diese Bauweise eine schlaufenartige Grundrissform, wie in der Fig. 5 deutlich zu erkennen ist. Die Schlitze bzw. Ausklinkungen werden zweckmäßigerweise nicht nachträglich, sondern unter Berücksichtigung der bevorzugten Faserverbundwerkstoffbauweise der Platte 6 schon bei deren Herstellung durch entsprechend ausgestaltete und angeordnete Fasergelege und eine Fixierung und endgültige Formgebung durch eine ausgehärtete Harzmatrix erzielt. Die schlaufenartigen Rotorblattanschlussarme 8 und die Rotormastanschlussarme 14 können ebenso auch separat gefertigt und zu einer Einheit in der zuvor beschriebenen Konfiguration zusammengebaut werden.

Auch Mischformen aus den zuvor beschriebenen erfindungsgemäßen Varianten sind realisierbar.

Der erfindungsgemäße Rotor ist vorzugsweise bei einem Drehflügelflugzeug, insbesondere einem Hubschrauber oder einem Kipprotorhubschrauber verwendbar.

Die Erfindung ist nicht auf die obigen Ausführungsbeispiele, die lediglich der allgemeinen Erläuterung des Kerngedankens der Erfindung dienen, beschränkt.

Im Rahmen des Schutzzumfangs kann der erfindungsgemäße Rotor vielmehr auch andere als die oben konkret beschriebenen Ausgestaltungsformen annehmen.

- Insbesondere kann die Anzahl der Rotorblatt- und Rotormastanschlussarme des plattenförmigen Rotorkopfelementes je nach Anwendungsfall variieren und kleiner oder größer als in den obigen Beispielen sein. Auch ist es möglich, dass die Anzahl der Rotorblatt- und Rotormastanschlussarme bei einem gegebenen plattenförmigen Rotorkopfelementes unterschiedlich ist, z.B. vier Rotorblattanschlussarme und nur zwei Rotormastanschlussarme, oder umgekehrt.
- Das plattenförmige Rotorkopfelement kann ein- oder mehrschichtig sein bzw. ein oder mehrere plattenartige Teile besitzen und/oder eine konstante Materialstärke oder aber in verschiedenen Plattenbereichen unterschiedliche Materialstärken aufweisen. Insbesondere im Plattenmittenbereich kann die Materialstärke zur Erzielung eines bestimmten Biege- oder Schlagverhaltens dünner als an den den Rotorblättern zugeordneten Enden der Rotorblattanschlussarme sein.
- Teilbereiche des plattenförmigen Rotorkopfelements, wie zum Beispiel die mit dem Drehmomentenübertragungselement zu verbindenden freien Enden der Rotormastanschlussarme können Einlagen, Verstärkungen oder Adapter aus Metall oder einem anderen geeigneten Werkstoff aufweisen. Insbesondere die Armquerschnitte der Rotorblattanschlussarme können andere als rein streifenförmige Querschnittsformen besitzen. Die Querschnittform kann hierbei auch über Bereiche mit unterschiedlichen Materialdicken und/oder geschlitzte Abschnitte verfügen, wobei letztere primär das Torsionsverhalten der Arme beeinflussen. Ebenso können die Arme mit einem oder aber mehreren über- und/oder nebeneinander angeordneten Armstränge ausgestattet sein. Zu beachten ist ferner, dass die Platte und ihre Arme in einer praktischen Ausführungsform nicht die in den beiliegenden Zeichnungen stark vereinfacht dargestellten rechteckigen oder polygonen Grundrissformen aufweisen müssen, sondern natürlich auch weichere Formen mit fließenderen Übergängen besitzen können.

Bezugszeichen in den Ansprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen dienen lediglich dem besseren Verständnis der Erfindung und sollen den Schutzzumfang nicht einschränken.

Bezugszeichenliste

Es bezeichnen:

- | | | |
|----|----------|---|
| 5 | | |
| | 2 | Rotormast |
| | 4 | Drehmomentenübertragungselement |
| | 6 | Plattenförmiges Rotorkopfelement / Platte |
| | 8 | Rotorblattanschlussarme |
| 10 | 10 | Rotormastanschlussarme |
| | 12 | Zentrale Öffnung in 6 |
| | 14 | Rotormastanschlussarme |
| | α | Winkel zwischen 8 und 10 |
| 15 | A | Rotordrehachse |

Patentansprüche

1. Gelenkloser Rotor, umfassend einen Rotormast (2), ein drehfest an dem
5 Rotormast (2) angeordnetes Drehmomentenübertragungselement (4),
sowie mindestens ein plattenförmiges Rotorkopfelement (6), durch welches
die Rotordrehachse (A) verläuft und welches zwei unterschiedliche
Gruppen von Armen (8, 10; 8, 14) besitzt, von denen die erste Gruppe
biegeweiche, fliehkraftabtragende Rotorblattanschlussarme (8) aufweist, an
10 denen jeweils ein Rotorblatt anschließbar ist, und von denen die zweite
Gruppe biegeweiche, fliehkraftfreie Rotormastanschlussarme (10; 14)
aufweist, an denen das plattenförmige Rotorkopfelement (6) über das
Drehmomentenübertragungselement (4) drehfest mit dem Rotormast (2)
verbunden ist.
- 15 2. Rotor nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
die unterschiedlichen Gruppen von Armen (8, 10; 8, 14) integraler
Bestandteil des plattenförmigen Rotorkopfelements (6) sind.
- 20 3. Rotor nach einem oder mehreren der vorher genannten Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
bezogen auf die Rotorkreisebene die Rotorblattanschlussarme (8)
gegenüber den Rotormastanschlussarmen (10) um einen Winkel (α)
25 versetzt angeordnet sind.
4. Rotor nach einem oder mehreren der vorher genannten Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Rotormastanschlussarme (10) in der Rotorblattebene liegen.

5. Rotor nach einem oder mehreren der vorher genannten Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Rotorblattanschlussarme (8) jeweils mindestens einen geschlitzten,
ausgeklinkten, und in Richtung der Rotorachse (A) aus der Plattenebene
heraus nach oben oder unten abgewinkelten Armbereich (14) besitzen,
welcher jeweils einen Rotormastanschlussarm (14) und eine
schlaufenartige Grundrissform des jeweiligen Rotorblattanschlussarms (8)
bildet.
6. Rotor nach einem oder mehreren der vorher genannten Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
pro Rotorblattanschlussarm (8) jeweils zwei Rotormastanschlussarme (10)
vorgesehen sind, die sich bezogen auf die Richtung der Rotorachse (A)
oberhalb und unterhalb eines jeweiligen Rotorblattanschlussarms (8).
erstrecken.
7. Rotor nach einem oder mehreren der vorher genannten Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
sich die Rotorblattanschlussarme (8) und die Rotormastanschlussarme (10;
14) bezogen auf die Rotorkreisebene jeweils in unterschiedlichen Ebenen
in jeweils gleichen radialen Richtungen erstrecken.
8. Rotor nach einem oder mehreren der vorher genannten Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
sich die Rotorblattanschlussarme und die Rotormastanschlussarme
bezogen auf die Rotorkreisebene jeweils in unterschiedlichen Ebenen in
unterschiedlichen radialen Richtungen erstrecken.
9. Rotor nach einem oder mehreren der vorher genannten Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass

ein jeweiliger Rotormastanschlussarm (10, 14) an seinem radialen äußeren freien Ende eine Trennstelle zum lösbaren Befestigen eines Rotorblattes besitzt.

- 5 10. Rotor nach einem oder mehreren der vorher genannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein jeweiliger Rotorblattanschlussarm (8) integraler Bestandteil eines Rotorblattes ist.
- 10 11. Rotor nach einem oder mehreren der vorher genannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rotorblattanschlussarme (8) und die Rotormastanschlussarme (14) jeweils Bestandteil von mindestens zwei separaten Plattenteilen sind, welche zu dem plattenförmigen Rotorkopfelement (6) zusammengefügt
15 sind.
12. Rotor nach einem oder mehreren der vorher genannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das plattenförmige Rotorkopfelement (6) eine zentrale Öffnung (12)
20 aufweist, durch die sich der Rotormast (2) oder ein Teil davon anbindungsfrei erstreckt.
13. Drehflügelflugzeug, insbesondere ein Hubschrauber, insbesondere ein Kipprotorhubschrauber, umfassend mindestens einen Rotor nach einem
25 oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12.

GEÄNDERTE ANSPRÜCHE

[beim Internationalen Büro am 13. September 2004 (13.09.04) eingegangen;
ursprüngliche Ansprüche 1-13 durch neue Ansprüche 1-9 ersetzt (3 Seiten)]

+ ERKLÄRUNG

1. Gelenkloser Rotor, umfassend einen Rotormast (2), ein drehfest an dem Rotormast (2) angeordnetes Drehmomentenübertragungselement (4), sowie mindestens ein plattenförmiges Rotorkopfelement (6), durch welches die Rotordrehachse (A) verläuft und welches zwei unterschiedliche Gruppen von Armen (8, 14) besitzt, von denen die erste Gruppe biegeeweiche, fliehkraftabtragende Rotorblattanschlussarme (8) aufweist, an denen jeweils ein Rotorblatt anschließbar ist, und von denen die zweite Gruppe biegeeweiche, fliehkraftfreie Rotormastanschlussarme (14) aufweist, an denen das plattenförmige Rotorkopfelement (6) über das Drehmomentenübertragungselement (4) drehfest mit dem Rotormast (2) verbunden ist,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Rotorblattanschlussarme (8) jeweils mindestens einen geschlitzten, ausgeklinkten, und in Richtung der Rotorachse (A) aus der Plattenebene heraus nach oben oder unten abgewinkelten Armbereich (14) besitzen, welcher jeweils einen Rotormastanschlussarm (14) und eine schlaufenartige Grundrissform des jeweiligen Rotorblattanschlussarms (8) bildet.

2. Gelenkloser Rotor, umfassend einen Rotormast (2), ein drehfest an dem Rotormast (2) angeordnetes Drehmomentenübertragungselement (4), sowie mindestens ein plattenförmiges Rotorkopfelement (6), durch welches die Rotordrehachse (A) verläuft und welches zwei unterschiedliche Gruppen von Armen (8, 14) besitzt, von denen die erste Gruppe biegeeweiche, fliehkraftabtragende Rotorblattanschlussarme (8) aufweist, an denen jeweils ein Rotorblatt anschließbar ist, und von denen die zweite Gruppe biegeeweiche, fliehkraftfreie Rotormastanschlussarme (14) aufweist, an denen das plattenförmige Rotorkopfelement (6) über das Drehmomentenübertragungselement (4) drehfest mit dem Rotormast (2) verbunden ist,
dadurch gekennzeichnet, dass
sich die Rotorblattanschlussarme (8) und die Rotormastanschlussarme (14) bezogen auf die Rotorkreisebene jeweils in unterschiedlichen Ebenen in jeweils gleichen radialen Richtungen erstrecken.
3. Rotor nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
die unterschiedlichen Gruppen von Armen (8, 14) integraler Bestandteil des plattenförmigen Rotorkopfelements (6) sind.
4. Rotor nach einem oder mehreren der vorher genannten Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
pro Rotorblattanschlussarm (8) jeweils zwei Rotormastanschlussarme (14) vorgesehen sind, die sich bezogen auf die Richtung der Rotorachse (A) oberhalb und unterhalb eines jeweiligen Rotorblattanschlussarms (8) erstrecken.

5. Rotor nach einem oder mehreren der vorher genannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein jeweiliger Rotorblattanschlussarm (8) an seinem radialen äußeren freien Ende eine Trennstelle zum lösbaren Befestigen eines Rotorblattes besitzt.
6. Rotor nach einem oder mehreren der vorher genannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein jeweiliger Rotorblattanschlussarm (8) integraler Bestandteil eines Rotorblattes ist.
7. Rotor nach einem oder mehreren der vorher genannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rotorblattanschlussarme (8) und die Rotormastanschlussarme (14) jeweils Bestandteil von mindestens zwei separaten Plattenteilen sind, welche zu dem plattenförmigen Rotorkopfelement (6) zusammengefügt sind.
8. Rotor nach einem oder mehreren der vorher genannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das plattenförmige Rotorkopfelement (6) eine zentrale Öffnung (12) aufweist, durch die sich der Rotormast (2) oder ein Teil davon anbindungsfrei erstreckt.
9. Drehflügelflugzeug, insbesondere ein Hubschrauber, insbesondere ein Kipprotorhubschrauber, umfassend mindestens einen Rotor nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8.

**Erklärung
nach Art. 19(1) und Regel 46.4 PCT**

Zu den gemäß Art. 19 PCT geänderten Patentansprüchen:

1. Streichung der ursprünglichen Ansprüche 3, 4 und 8

Die ursprünglichen Ansprüche 3, 4 und 8 wurden gestrichen. Ihre Merkmale sind in der geänderten Anspruchsfassung nicht mehr enthalten, da sie von den geänderten Hauptansprüchen 1 und 2 nicht mehr umfasst sind. Die Beschreibung und die Zeichnungen sind im späteren Verfahren entsprechend anzupassen.

Eine Streichung eines Gegenstandes aus der Anmeldung soll nicht als Verzicht auf diesen Gegenstand ausgelegt werden. Die Anmelderin behält sich vor, im weiteren Verfahren bei Bedarf auf die Offenbarung der ursprünglichen Anmeldungsunterlagen gestützte Änderungen vorzunehmen.

2. Klarstellung im geänderten Anspruch 5

Im geänderten Anspruch 5 (ursprünglicher Anspruch 9) wurde die Bezeichnung „Rotormastanschlussarm“ in „Rotorblattanschlussarm“ geändert, da hier ein offensichtlich Fehler vorlag, denn eine Trennstelle zum Befestigen eines Rotorblattes kann nur an dem Rotorblattanschlussarm vorgesehen sein; der Rotormastanschlussarm dient zum Anschluss an den Rotormast. Der Internationale Recherchenbehörde (ISA) wird für den entsprechenden Hinweis gedankt.

3. Neuheit und erfinderische Tätigkeit

Der geänderte Hauptanspruch 1 stellt eine Kombination der ursprünglichen Ansprüche 1 und 5 dar und der geänderte Hauptanspruch 2 eine Kombination der ursprünglichen Ansprüche 1 und 7.

Da die ISA die Neuheit der auf diese Weise geänderten Ansprüche in Anbetracht der einzigen recherchierten Druckschrift

D1 (US 3 880 551 A1),

welche die Merkmale des Oberbegriffs der geänderten Hauptansprüche 1 und 2 offenbart, ersichtlich nicht in Abrede stellt, erübrigen sich weitere Darlegungen hierzu.

4. Zwei nebengeordnete Hauptansprüche

Es wurden zwei gesonderte bzw. nebengeordnete Hauptansprüche 1 und 2 in der jeweils zweiteiligen Form nach Regel 6.3b PCT formuliert. Denn die Ansprüche 1 und 2 betreffen zwei mögliche Alternativen der Erfindung, deren Zusammenfassung in einem einzelnen Hauptanspruch, z.B. in der Form einer sog. Markushgruppe, im vorliegenden Fall aus Gründen der Klarheit und Übersichtlichkeit nicht sachdienlich erscheint. Dies wird aus den nachstehenden Darlegungen noch deutlicher werden.

5. Einheitlichkeit (Art. 3 (4)iii und Regel 13 PCT)

Die geänderten Hauptansprüche 1 und 2 erfüllen auch das Erfordernis der Einheitlichkeit.

Nach Art. 3(4)iii sowie Regeln 13.1 und 13.2 PCT ist Einheitlichkeit gegeben, wenn sich die Ansprüche auf eine Erfindung oder eine Gruppen von Erfindungen beziehen, die durch eine einzige erfinderische Idee verknüpft sind, welche in einem oder mehreren gleichen oder entsprechenden besonderen technischen Merkmalen Ausdruck findet, die einen Beitrag jeder beanspruchten Erfindung als Ganzes zum Stand der Technik bestimmen (d.h., die sowohl neu sind als auch auf erfinderischer Tätigkeit beruhen).

Bei diesen gleichen oder entsprechenden besonderen technischen Merkmalen handelt es sich um die jeweiligen kennzeichnenden Merkmale der Hauptansprüche 1 und 2, welche die Neuheit und erfinderische Tätigkeit gegenüber der D1 begründen (s.o.).

Dies ist beim Anspruch 1 dasjenige Merkmal, dem gemäß

die Rotorblattanschlussarme 8 jeweils mindestens einen geschlitzten, ausgeklinkten, und in Richtung der Rotorachse A aus der Plattenebene heraus nach oben oder unten abgewinkelten Armbereich 14 besitzen, welcher jeweils einen Rotormastanschlussarm 14 und eine schlaufenartige Grundrissform des jeweiligen Rotorblattanschlussarms 8 bildet.

Beim Anspruch 2 ist dies dasjenige Merkmal, dem gemäß
*sich die Rotorblattanschlussarme 8 und die Rotormastanschlussarme
14 bezogen auf die Rotorkreisebene jeweils in unterschiedlichen
Ebenen in jeweils gleichen radialen Richtungen erstrecken.*

Beiden Alternativen ist gemeinsam, dass sich jeweils ein Rotorblattanschlussarm 8 und ein Rotormastanschlussarm 14 bezogen auf den Rotorkreis paarweise in jeweils gleichen oder annähernd gleichen radialen Richtungen erstrecken können, ohne sich hierbei gegenseitig zu behindern. Anspruch 1 realisiert dies durch die in den Rotorblattanschlussarmen 8 vorgesehenen, aus der Plattenebene herausragenden Ausklinkungen, welche u.a. einen Rotormastanschlussarm 14 bilden (siehe auch Fig. 5). Anspruch 2 verwirklicht dies dadurch, dass sich die Rotorblattanschlussarme 8 und die Rotormastanschlussarme 14 bezogen auf die Rotorkreisebene jeweils in unterschiedlichen Ebenen erstrecken, was in einer bevorzugten Ausführungsform z.B. mit Hilfe von zwei separaten Plattenteilen 6 verwirklicht werden kann (siehe auch geänderten Anspruch 7 sowie Fig. 3 und 4) und zu dem gleichen Ergebnis führt.

Bei Varianten besitzen also gemeinsame Eigenschaften und Wirkungen und letztendlich auch einander entsprechende Strukturen.

Die erste und zweite Gruppe von Erfindungen gemäß den geänderten Hauptansprüchen 1 und 2 ist folglich einheitlich.

6. Anpassung der Beschreibung / Würdigung des Standes der Technik

Da eine Änderung der Beschreibung im derzeitigen Verfahrensstadium nicht möglich ist, darf die Anpassung der Beschreibung an den geänderten Anspruchssatz sowie die Würdigung der D1 (US 3 880 551 A1) bis zum Internationalen Vorläufigen Prüfungsverfahren zurückgestellt werden.

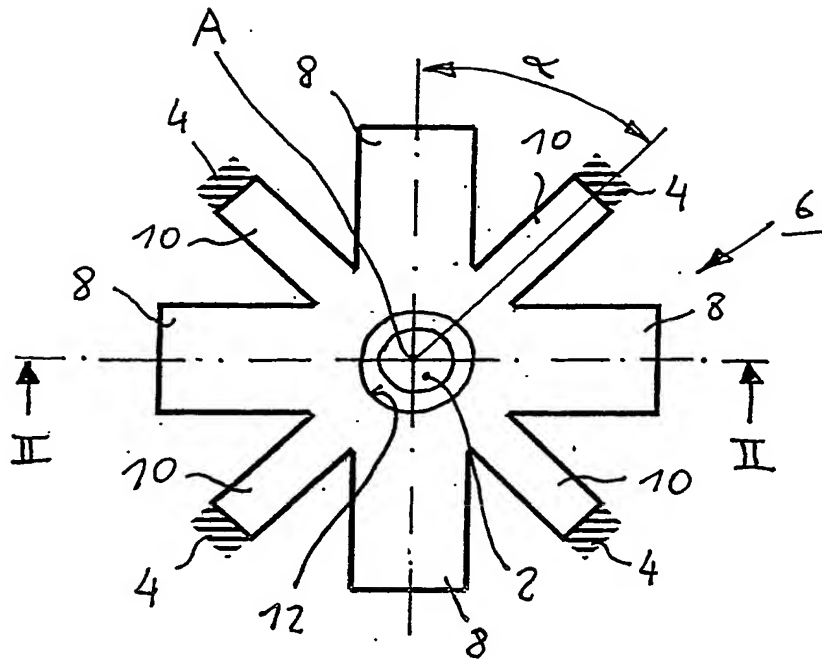


Fig. 1

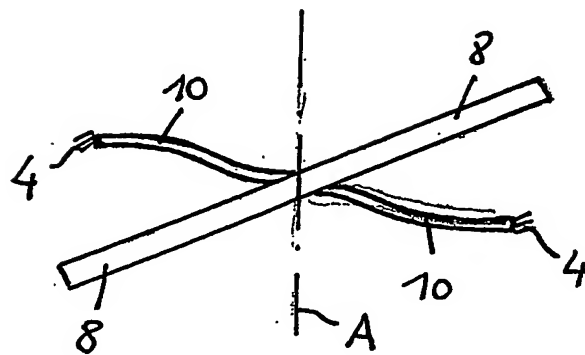


Fig. 2

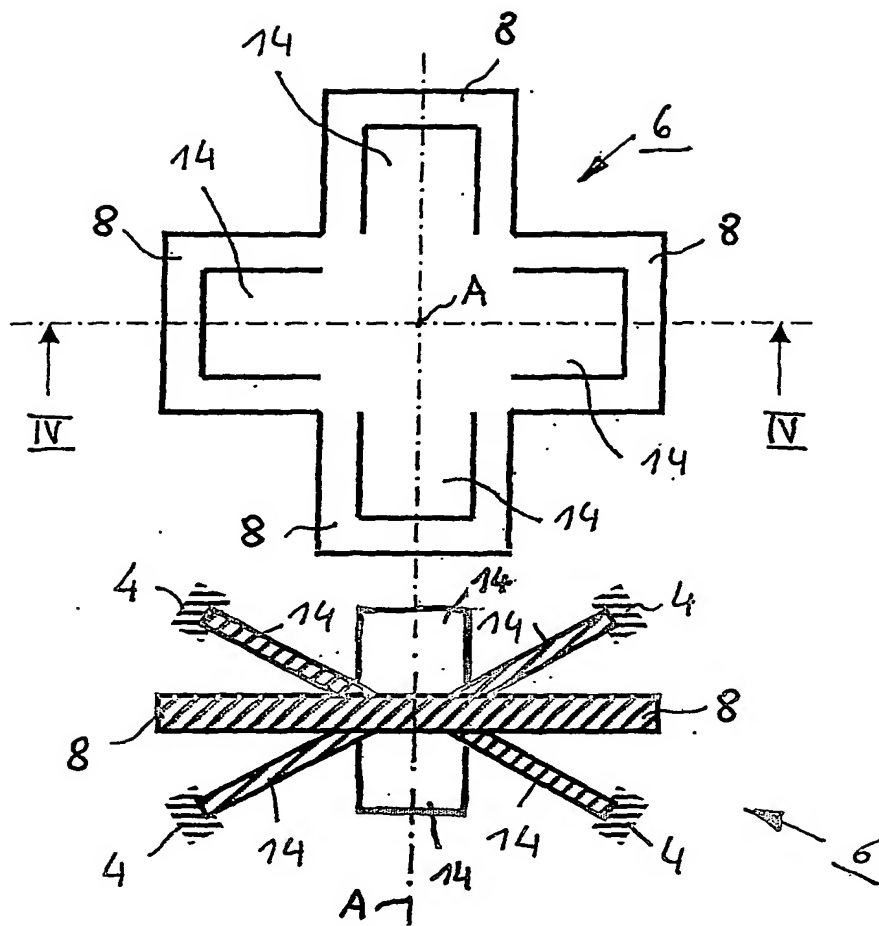
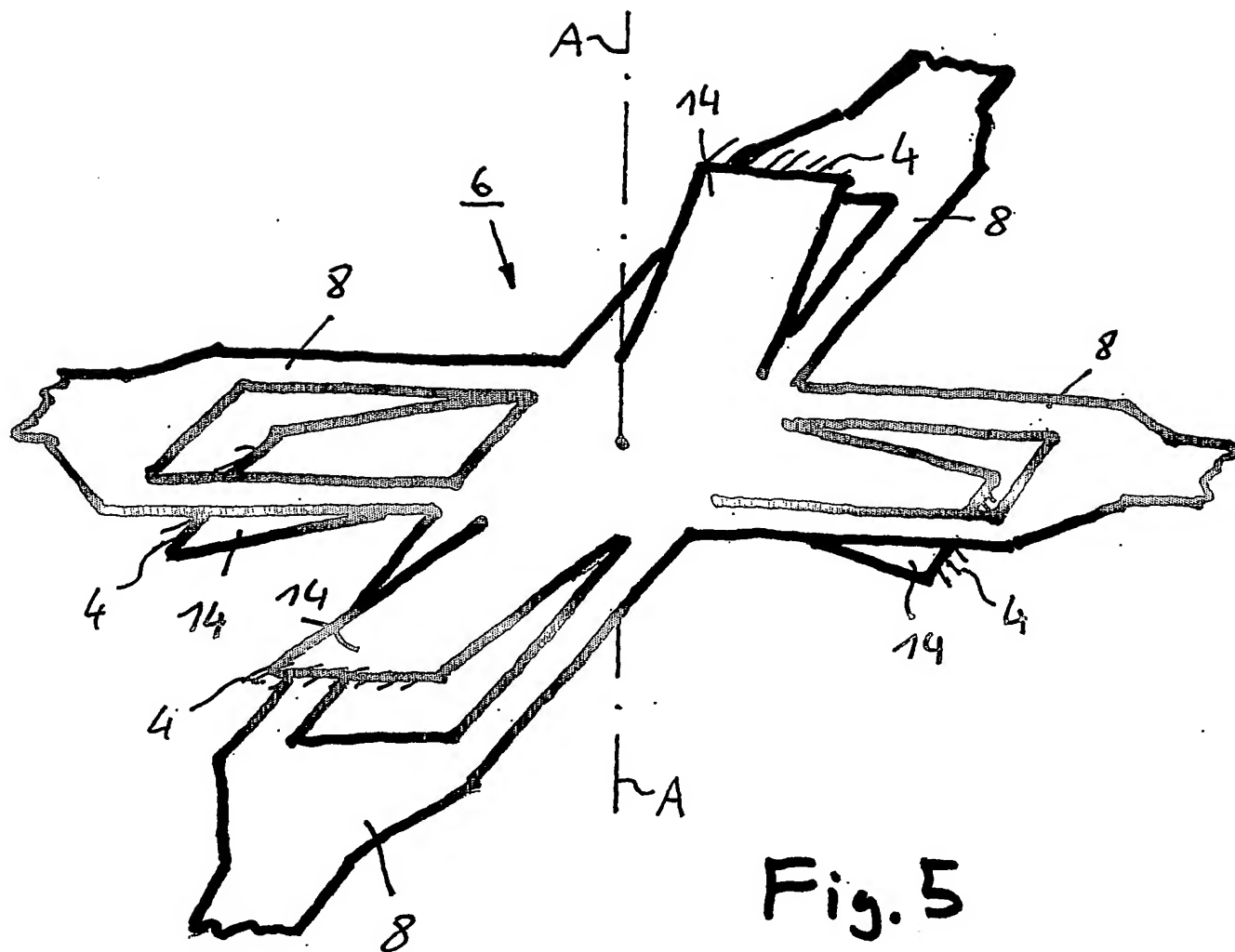


Fig. 3

Fig. 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/003640

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B64C27/33

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 B64C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 3 880 551 A (KISOVEC ADRIAN V) 29 April 1975 (1975-04-29) column 1, lines 5-10 column 2, lines 17-59 column 3, line 64 - column 4, line 15 figures 1,5-7,9 -----	1-4,6, 8-13

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

6 August 2004

Date of mailing of the international search report

26/08/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Weber, C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/003640

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 3880551	A	29-04-1975	NONE

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2004/003640

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B64C27/33

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 B64C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 3 880 551 A (KISOVEC ADRIAN V) 29. April 1975 (1975-04-29) Spalte 1, Zeilen 5-10 Spalte 2, Zeilen 17-59 Spalte 3, Zeile 64 - Spalte 4, Zeile 15 Abbildungen 1,5-7,9 -----	1-4,6, 8-13

☐ Weitere Veröffentlichungen sind die Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

A Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

6. August 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

26/08/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Weber, C

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/003640

im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3880551	A	29-04-1975	KEINE